

Préslé alkalmazása szubsztrátként kétcellás mikrobiális üzemanyagcellában

*Application of liquid biofraction from pressed waste in a two-cell microbial
fuel cell*

**Rózsenberszki Tamás, Nemestóthy Nándor,
Bélafiné Bakó Katalin**

*Pannon Egyetem, Mérnöki Kar;
Biomérnöki, Membrántechnológiai és Energetikai Kutató Intézet
8200 Veszprém, Egyetem utca 10.*

Summary

Microbial fuel cells are considered as highly promising bio-electrochemical systems of the future, which are capable to generate directly power from organic materials. Earlier various substrates were tested: carbohydrates, volatile organic acids, alcohols, protein, later more complex systems (e.g. waste waters) were studied, where treatment of wastes (COD reduction) is an important aspect of the process. In this work a special organic liquid derived from a pressed biofraction of a solid waste treatment location was applied as substrate in our two-cell MFC system.

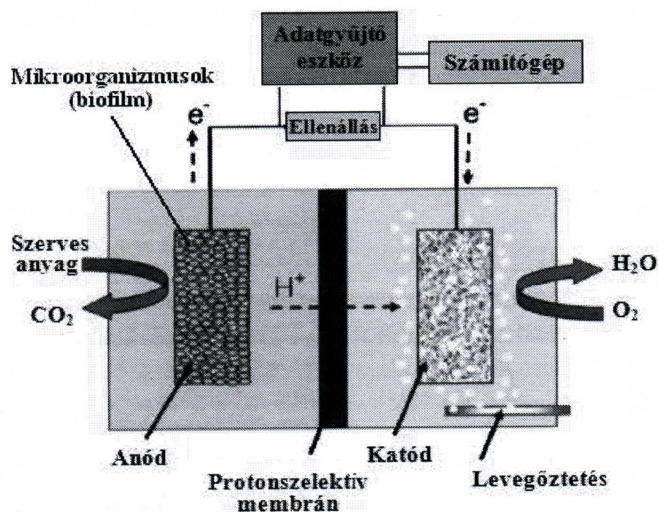
Bevezetés

Az emberiség elidegenedése a természettől és a kizsákmányoló magatartása érezhető negatív globális változásokhoz vezetett. A fenntartható fejlődés rávilágított arra, hogy változtatnunk kell ezen a hozzáálláson. Az elszakadás nehéz a fosszilis energiahordozóktól és az igazi áttörés még nem megoldott. Napjainkban a környezetvédelem egyre inkább előtérbe kerülése révén rengeteg új, környezetbarát technológia jelent meg. Ezek közül az egyik még kutatási szakaszban lévő, de ígéretes környezetbarát eljárás a mikrobiális üzemanyagcella [1-3]. Az ilyen típusú üzemanyagcella révén a számunkra hulladéknak tekinthető anyagok egy része felhasználható. Az eljárás során ezeknek az anyagoknak a környezetterhelési potenciálja csökken, miközben közvetlenül elektromos áramhoz jutunk. A villamos energia az egyszerű szállíthatóság és széles körű felhasználhatóság miatt az egyik legjobb energiatípus.

Anyagok és módszerek

Egy tipikus mikrobiális üzemanyagcella felépítése két cellából (anód, katód) és ezeket szétválasztó kationszelektív membránból áll. Az anódtérbe történik az „üzemanyag” betáplálása. Az anód felületére letelepedő baktériumok lebontási folyamataik során elektronok szabadulnak fel. A felszabaduló elektronok az anódtól a katód irányába vándorolnak egy külső vezetőkön keresztül. Korábbi vizsgálatok alapján először üzemanyagként acetátot alkalmaztunk, hogy meggyőződjünk a cella helyes működéséről.

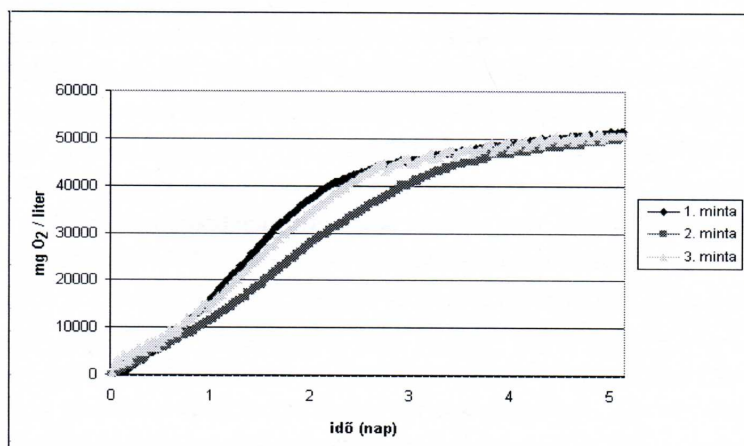
Újításként további üzemanyagként a királyszentistváni hulladékkezelő telepről származó települési hulladék biofrakciójának préslevét használtuk. Előzetes vizsgálatként a préselé kémiai és biológiai oxigén igényét mértük meg. A kémiai oxigén igény mérése káliumdikromátos spektrofotometriás módszerrel, a biológiai oxigénigény mérés pedig WTW Oxitop 100 típusú mérőszettal történt. A préselé beoltásához a pálhalmai biogáz üzem anaerob fermentor tartályából származó iszapot alkalmaztunk. A mérésekhez mezofil körülmények (37°C) között öt kisebb cellát használtunk a korábbi egy nagyobb MÜC-hoz képest. A cellaszám növelésével többféle mintát, keveréket követhetünk nyomon, illetve egy azon minta esetén pontosabb eredményeket kaphatunk. A grafit katód és anód elektródák közti külső kapcsolatot 100 Ω -os ellenállással ellátott réz huzalok segítségével biztosítottuk. A rézhuzalokban áramló feszültséget egy adatgyűjtő eszköz segítségével számítógépen követtük nyomon. A töltéskiegyenlítés az anódtérben keletkező hidrogén ionok vándorlása révén valósul meg a kationáteresztő membránon keresztül a katód tér irányába. Az általunk használt membrán Nafion 115 típusú, 125 μm vastagságú volt. A membránnak nemcsak a proton diffúzióban van szerepe, hanem egyúttal el is szigeteli a két cellát egymástól. Az anód cellában anaerob körülményeket kell biztosítani, míg a katód cellában levegőztetés szükséges. Ez a fajta elszigetelés úgy oldható meg, hogy a membrán anyagában negatív töltésű funkciócsoportok vannak, melyek taszítják az anionokat (elektromos taszítás). A MÜC felépítésének és működésének sematikus illusztrációja az 1. ábrán látható:



1. ábra. A kétcellás MÜC felépítése

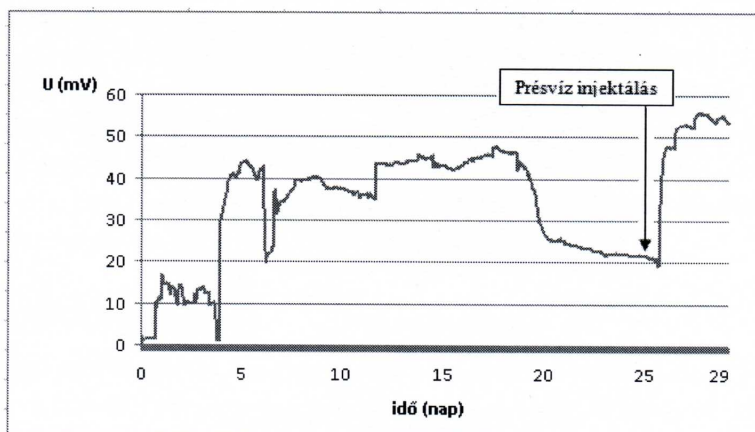
Eredmények

A MÜC képes a mikroorganizmusok által a szerves anyagok lebontására. Az első vizsgálat ezért, a présle kémiai- és biológiai oxigén igényének, vagyis a szerves anyag tartalmának meghatározása volt (2. ábra). A présle kémiai oxigén igénye 72.000 mg O₂ / liter, biológiai oxigén igénye pedig 51.000 mg O₂ / liter volt. Ezek alapján a présle alkalmas lehet a mikrobák metabolikus folyamataihoz.



2. ábra. A présle BOI 5 értékének meghatározása

A MÜC kísérletek során kezdetben az anód cellákba csak 10 ml beoltóiszapot raktunk, majd a 4. napon 2 ml acetátot injektáltunk a baktériumok stabilizálásához. A feszültség adatokat mértük az idő függvényében (3. ábra), ami kisebb ingadozásoktól eltekintve 40 mV körüli értéket mutatott.



3. ábra. A feszültség értékek alakulása

A diagramon látható, hogy az acetát jelenlétében a mikroorganizmusok elektron leadása intenzifikálódik és a feszültség megnő. Mivel az általunk használt cellák még érzékenyek a környezet változásaira a mérés során kisebb nagyobb ingadozások figyelhetők meg. A megnövekedett feszültség azonban közel 20 nap elteltével egyértelmű csökkenésnek indult. A présvizet és további beoltóiszapot a 25. napon injektáltuk a cellákba különböző arányokban, melyet a következő 1. táblázatban foglaltunk össze.

1. táblázat. A betáplált különböző présvíz:beoltóiszap keverékek

Cella száma	présvíz [ml] (25 nap után)	beoltóiszap [ml] (25 nap után)
1.	1	13
2.	1	5
3.	3	7
4.	5	9
5.	5	1

A betáplálást követően a feszültség ismét ugrásszerűen emelkedett az összes cellában. Ez a mérés még folyamatban van, az azonban megállapítható az eddigi eredményekből, hogy az anódtérben lévő mikroorganizmusok pozitívan reagáltak a présle jelenlétére. A 2. cella esetén, amibe 1 ml présle és 5 ml beoltóiszapot tettünk a feszültségnövekedés ($U_{\max} = 55 \text{ mV}$) meghaladta a korábbi acetáttal elért maximum értékét ($U_{\max} = 46 \text{ mV}$).

Összefoglalás

A mikrobiális üzemanyagcellák alkalmazásával tehát közvetlen villamos energia nyerhető a különböző szerves anyag tartalmú melléktermékekből, vagy szennyvizekből. A kutatások egyre nagyobb előrelépést mutatnak a módszer fejlődésében. Az általunk mért eredmények további alternatívákat nyithatnak meg, nem „csak” a szennyvíz, hanem a hulladékok ártalmatlanítási és energetikai hasznosításának lehetőségei között.

A jövőben terveink között szerepel további présvíz, valamint csurgalékvíz üzemanyagkénti felhasználása a rendszerben, ugyanis utóbbiból jelentős mennyiség keletkezik a hulladéklerakó telepen. A különféle szubsztrát vizsgálatok mellett a rendszer hatékonyságának, illetve költségigényének optimalizálása is céljaink között szerepel.

Köszönetnyilvánítás

A munka a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0071 és a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0038 projektek keretében készült. A projektek a Magyar Állam és az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósulnak meg. A projektet részben a Bolyai János kutatási ösztöndíj támogatta.



Irodalomjegyzék

- [1] www.microbialfuelcell.org
- [2] Vajda B., Nemestóthy N. Gubicza L., Bélafiné Bakó K., *Mikrobiális üzemanyagcellák működése*. Műszaki Kémiai Napok 2010, Veszprém
- [3] Q. Wen, Y. Wu, D. Cao, L. Zhao, Q. Sun: Electricity generation and modelling of microbial fuel cell from continuous beer brewery wastewater, *Bioresour. Technol.* 100 (2009) 4171-4175
- [4] Y. Mohan, S.N. Muthu Kumar, D. Das: Electricity generation using microbial fuel cells, *Int. J. Hydrogen En.* 33 (2008) 423-426
- [5] B.E. Logan: Energy diversity brings stability, *Environmental Sci and Technol* 40 (2006) 5161-62
- [6] B. E. Logan: *Microbial fuel cells*, Wiley & Sons, New York, 2008
- [7] Vinay Sharma, P.P. Kundu, *Biocatalysts in microbial fuel cells*, *Enzyme and Microbial Technology* 47 (2010) 179-188